

子供靴のサイズによる歩容への影響

角田由美子・武内萌穂

The Effects of the Size of Children's Shoes on Gaits

Yumiko TSUNODA and Moeho TAKEUCHI

In order to ascertain the effect of the size of children's shoes on their gait, the current study surveyed 103 parents/guardians of children aged 3 to 9 regarding purchasing of shoes for their children. This study also selected 92 children of the surveyed parents/guardians and measured the size of their feet and of the shoes they were wearing. In addition, this study conducted an experiment involving shoes worn by 3 subjects aged 4 to 7 to ascertain the effects of shoe size on gait.

1) Survey responses indicate that parents/guardians emphasized letting their children try on shoes rather than having their size measured when purchasing children's shoes. However, parents/guardians who had their child's feet measured were better able to select shoes that fit properly.

2) The measurements of the shoes and feet of the 92 children indicated that 10% of shoes were shorter than the length of the foot while 12% were the right size. 28% of shoes were 1 cm or longer than the length of the foot, and 18% of shoes were 1.5 cm or longer than the length of the foot.

3) The gait scanning experiment revealed that wearing shoes adjusted with a Velcro strip tight along the instep allowed a steady gait even if the shoes were 1 cm longer than the length of the feet. When the instep of shoes 1 cm longer than the length of the feet was loose, step width increased, the double support period was longer, and it caused an unstable gait. But the sensory evaluation revealed that the shoes 1 cm longer than their feet with a tight Velcro strip were considered very comfortable.

Key words: children's shoes (子供靴), foot and shoe measurements (足部と靴の計測), questionnaire survey (アンケート調査), shoe fit experiment (靴の着用実験), gait analysis (歩行解析)

1. はじめに

子供の足部の成長は早く、さらに骨が柔らかいので、靴選びは慎重にしなければならない。

幼児 114 名を対象にした足と靴の調査¹⁾では、24.6%に外反母趾の傾向があり、2 名が外反母趾、12.3%に内反小趾が認められている。子供の足部と靴に関しては、足部の形態特性²⁾、子供靴の機能性³⁾⁻⁵⁾、足の健康⁶⁾、歩容⁷⁾⁸⁾、意識調査⁹⁾など、様々な報告が認められる。しかし子供に

靴を購入する保護者の意識と実際に履いている子供靴のサイズの現状、そして靴のサイズによる歩容への影響について総合的に検討したものは見当たらない。

本研究では、子供靴のサイズによる歩容への影響を明らかにするため、保護者を対象に子供靴購入に関するアンケート調査と子供の足部と靴の計測を行い、併せて靴のサイズによる歩容への影響を 4 歳から 7 歳を被験者として、着用実験から検討した。以下にこれらの結果を報告する。

2. 方 法

2.1 アンケート調査

東京都、千葉県在住の3歳から9歳までの幼児及び児童を持つ保護者を対象に、足部の計測経験、靴購入時に重視する点、サイズに対する意識など子供靴の購入について質問紙によるアンケート調査を実施した。

アンケート用紙の配布数は180枚、回収数103枚（回収率57.2%）であった。調査は平成30年8月7日から8月25日まで実施した。なお本アンケート調査の回答の有無により、不利益が生じることはないことを事前に書面で周知させてから実施した。

2.2 足部と靴の計測

子供の足部と実際に着用している靴のサイズの差を明らかにするため、足部と靴の計測を行った。

被験者はアンケート調査にご協力いただいた保護者に呼びかけ、書面で同意が得られた、3歳から9歳までの幼児、児童92名である。その内訳を表1に示した。

計測は両足について「足長」「足囲」「足幅」をJIS S 5037「靴のサイズ」に基づいて行い、計測当日に履いていた靴のサイズとメーカーを記録し、写真撮影した。また、立位で両足に体重を乗せた足部を真上から写真撮影した。

計測はフットゲージを用いて、平成30年8月27日から9月11日に実施した。計測は2回行い、計測値に差がある場合は、回数になるまで繰り返した。

2.3 着用実験

靴のサイズによる歩容への影響を明らかにするため着用実験を行った。

被験者は健康な4歳と7歳の女子2名、5歳の男子1名である。著者らは予め、被験者の保護者に実験の趣旨・内容につきヘルシンキ宣言に基づいた説明を行い、代諾者と

しての同意を得た。被験者(a, b, c)の基本データを表2に、実験靴を図1に示した。

子供を対象とした場合、実験靴は足に合って歩きやすいことが重要と考え、被験者ごとに履き慣れた靴を用いた。そのため実験靴のデザインは被験者により異なっているが、足長サイズのゆとりは、ほぼ同じであるため実験結果に影響しないものとする。実験靴のサイズは、足部と靴の計測の結果、足長よりも1cm大きなサイズを履いている子供が多いことから、これを実験条件とした。また足囲と足幅に関しては、締結具であるマジックテープの締め方を2通りに設定した。すなわち実験靴は、履き慣れた靴(A)、Aと同じデザインで足長のサイズが1cm大きく、甲部がフィットするようにマジックテープで留めた状態の靴(B)、Aと同じデザインで足長のサイズが1cm大きく、甲部をゆるくマジックテープで留めた状態の靴(C)の3種類である。さらに対照として裸足の歩行を行った。

被験者	実験靴	Aの サイズ	B, Cの サイズ
a		17.0	18.0
b		19.0/2E	20.0/2E
c		17.0/2E	18.0/2E

図1 実験靴

表1 足部計測の被験者

性別/年齢	3	4	5	6	7	8	9	計
男子	6	11	9	6	6	9	6	53
女子	6	9	8	6	5	3	2	39
計	12	20	17	12	11	12	8	92

表2 着用実験の被験者

被験者	年齢	性別	身長 (cm)	体重 (kg)	足長 (cm)	足囲 (cm)	足幅 (cm)
a	4歳8か月	女子	103.2	17.0	16.3	17.6	7.1
b	7歳0か月	女子	118.1	20.5	18.7	18.1	7.5
c	5歳5か月	男子	100.8	15.2	16.6	17.8	7.4

これらの靴を履いて平地を歩行し、歩行解析装置のゲイトスキャンによる測定、VTR撮影による動作分析、歩行後に官能評価を行った。この着用実験は平成31年3月7日に行った。

(1) 歩行解析

着用実験で用いたゲイトスキャンは、ニッタ（株）製のタックタイルセンサー（圧力分布センサー）を用いた歩行パターン測定システムである。長さ10m、幅2mの床（Pタイル）の中央にセンサーシート（520×2640mm）を敷き、その上を歩くことで、時間パラメータ（重複歩時間、両足接地時間、一步時間、遊脚時間）と距離パラメータ（重複歩幅、歩幅、歩隔）、歩行速度、歩調、床反力（垂直成分）の荷重パターン、足底圧分布、荷重中心の軌跡を同時に測定した。

(2) VTR撮影による動作分析

被験者が歩く方向に対して平行と正面にビデオカメラ（GZ-E100）を設置した。撮影後、動画をWindows Media Playerを用いてパソコンに取り込み、コマ送り表示した。フレーム率は29.97フレーム/秒であり、1コマは0.033秒であった。これを画像処理ソフトimage Jに取り込んで動作分析した。

(3) 官能評価

歩行直後に各実験靴の履き心地を評価した。評価は「1: とても悪い」「2: 悪い」「3: 普通」「4: 良い」「5: とても良い」の5段階である。

3. 結果及び考察

3.1 アンケート調査

靴購入に関するアンケート調査の結果を図2に示した。靴購入時の足部のサイズ計測の有無を(1)に、試し履きの有無を(2)に、購入する足長のサイズを(3)に示した。

靴購入時に足部のサイズを「計測する」と答えた人は83%、「計測しない」は17%であり、約2割が足を計測せずに購入している。試し履きは「必ずする」は74%、「子供がいればする」が25%、「しない」は1%であり、靴購入時には試し履きが前提であることが明らかである。

子供がいればする」が25%、「しない」は1%であり、靴購入時には試し履きが前提であることが明らかである。

子供の足長サイズよりも「0.5cm大きいサイズを選ぶ」が62%と最も多く、次いで「1.0cm大きいサイズ」が25%であった。これらから、大きいサイズを選ぶ人が全体の87%であったのに対し「現状でぴったりのサイズを選ぶ」と答えた人は、全体の13%であった。

足幅、足囲に関しては、「現状でぴったりなもの」が53%と最も多く、次いで「広めのもの」32%、「幅は気にしない」が16%であった。靴のサイズはJIS S 5037により「足長と足囲」、「足長と足幅」により表示されることになっている。しかし、東京都内、千葉県内の百貨店、大型量販店、子供靴専門店で購入している靴メーカー10社について市場調査を行ったところ、約半数で足囲、足幅のサイズがなく、足長みのサイズ表記となっていた。しかも、足長サイズは1cmピッチが多く、全商品で0.5cmピッチは3社しかない状況であった。

保護者からの要望では、「サイズを細分化してほしい」が59件と最も多く、次いで「足幅が合わない」31件、「甲の高さが合わない」17件など、靴のサイズに関する要望が多かった。子供の足の健康を考えるとJIS規格に沿ったサイズ展開が急務であると考えられる。なお「サイズの選び方がわからない」も15件寄せられた。

3.2 足部と靴の計測

足長の実測値と履いている靴のサイズの差を求めることにより、サイズ選びの現状が明らかになると考え、足長と靴のサイズの差を0.5cmピッチに分類し、図3に示した。なお足囲・足幅も計測しているが、前述のように靴に足囲・足幅のサイズ表記がないものが多いため、サイズの差は求められなかった。

全体を見ると足長より靴のサイズが小さいのは10%、0.5cm未満のぴったりサイズは12%、0.5cm以上大きい

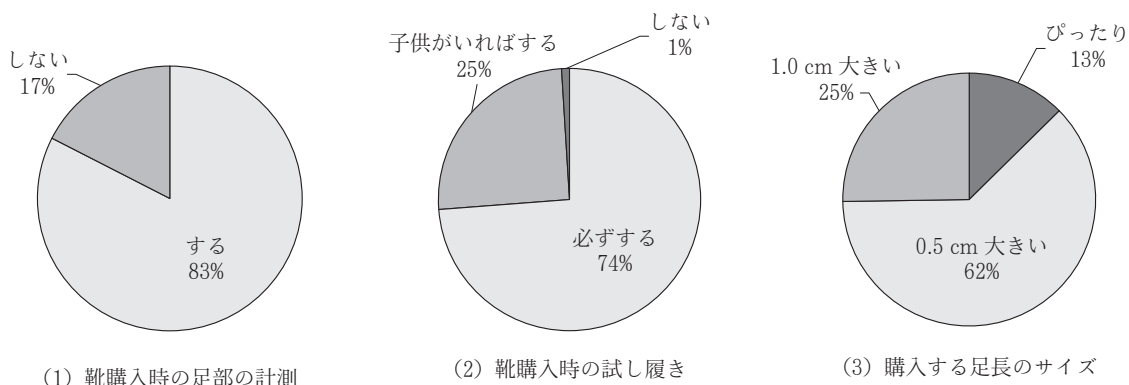


図2 靴購入に関するアンケート調査結果

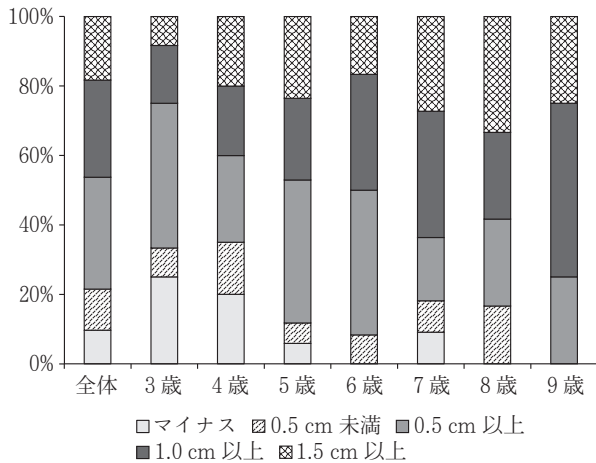


図3 足長と靴のサイズの差

のは32%、1.0 cm 以上大きいのは28%、1.5 cm 以上大きい靴を着用していたのは18%であった。靴購入に関するアンケート調査結果(図2(3))では、足長より1.5 cm 以上大きいサイズを選ぶという回答はなかったが、実際には約20%が1.5 cm 以上、大きな靴を履いていた。この結果から、保護者は大きめの靴を購入している自覚はあるものの、その意識よりもさらに大きい靴を子供に履かせていることが明らかとなった。「靴のサイズ」には、捨て寸¹⁰⁾(靴型の設計、またはフィッティングにおいて靴の爪先部分に取る余裕のこと)が含まれているため、1.5 cm サイズが大きいと足長よりも2.0 cm 以上、大きな靴を履いていることになる。大きな靴は足が靴の中で動いてしまい、歩容への影響が大きいものとする。

年齢別に見ると、1.5 cm 以上足長よりも大きい靴を履いている割合は、7歳で約30%、8歳では30%以上と高くなっていた。一方、サイズが足長よりも小さい靴を履いている割合は、4歳で20%、3歳で20%以上であり、中には1.0 cm 小さな靴を履いている子供も見られた。3~5.5歳では、半年に3.3~6.7 cm の成長が見られると報告されている²⁾ため、保護者は、子供の足の成長を常にチェックする必要がある。

靴購入時に「試し履き」と「計測」を「する」と答えた場合と「しない」と答えた場合の足と靴のサイズの差をクロス集計し、その平均値を図4に示した。

靴購入時に「試し履き」と「計測」をどちらも「しない」と答えた場合は、サイズの差が大きかった。一方、どちらも「する」と答えた場合は、サイズの差が小さい結果となった。これらから靴購入時に計測をすることにより、足に合ったサイズを選びやすいと考える。

また、子供の足部を観察すると、少数ではあるが外反母趾やハンマートゥも観察された。

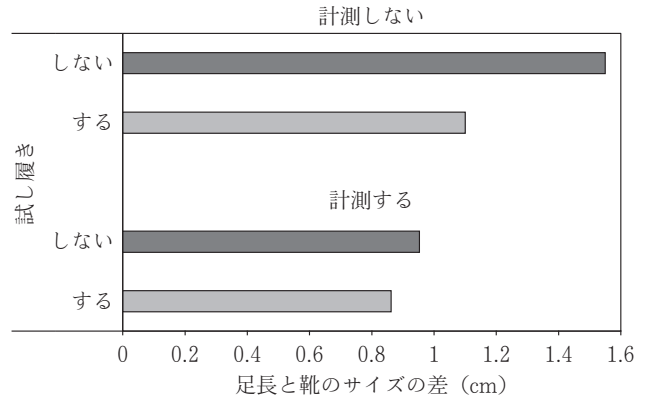


図4 足部の計測と試し履きによる足長と靴のサイズの差

3.3 着用実験

(1) 歩行解析

1) 歩行パラメータ

ゲイトスキャンにより歩行パラメータを測定し、靴のサイズを因子として一元配置の分散分析を行った。その結果、「歩隔」と「両足接地時間」は有意差が認められたためBonferroni法により多重比較を行い、図5、図6に示した。なお対照として裸足のデータを記載した。

歩隔は5%の危険率で有意であった。実験靴C(サイズが大きく、甲部をゆるく留めた状態)着用時の歩隔が、すべ

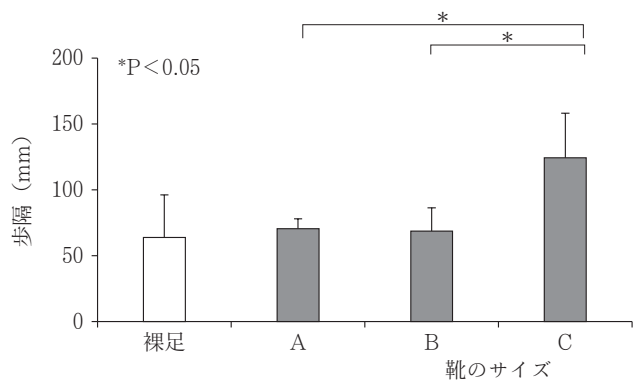


図5 靴のサイズによる歩隔への影響

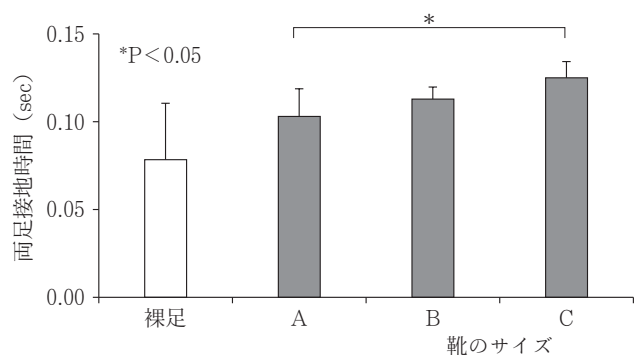


図6 靴のサイズによる両足接地時間への影響

ての実験靴に比べて著しく大きく、それぞれ5%の危険率で有意差が認められた。歩隔¹¹⁾は、両側の踵の左右方向の距離を表しているため、実験靴C着用時は他の実験靴に比べ、左右の踵の距離を広げて歩いていることが明らかである。

両足接地時間は5%の危険率で有意であった。実験靴Cの数値が最も大きく、実験靴A(履き慣れた靴)とは5%の危険率で有意であった。両足接地時間は、歩行周期中の両足支持期を示しており、歩行速度が速くなるに従い、両足支持期は短くなるといわれている¹¹⁾。このため実験靴C着用時は実験靴Aに比べてゆっくり歩いていることが明らかである。なお、歩幅と歩行速度については、秋元⁸⁾が、靴が大きくなると歩幅が狭く歩行速度が遅くなることを明らかにしている。本実験では、実験靴Cが実験靴Aに比べて歩幅が狭く、歩行速度が遅い傾向は見られたが、有意差は認められなかった。

これらの結果から、履き慣れた靴と同じデザインで、足長サイズが1cm大きく、甲部がフィットするようにマジックテープで留めた状態では、履き慣れた靴とほぼ同程度の歩容であった。しかし、甲部をゆるく留めた状態では、歩隔は広く、両足接地時間は長くなるため不安定な歩行になると考える。

2) 足圧中心軌跡

ゲイトスキャンによる被験者3名の歩行時における足圧中心軌跡を図7に示した。

靴のサイズごとの足圧中心軌跡からは、裸足、実験靴A(履き慣れた靴)は被験者のすべてに、踵が接地し外(小ゆび:第5趾)側から内(親ゆび:第1趾)側へと「あおり」ながら歩くあおり歩行¹²⁾が見られることから、正常歩行を示していると考えられる。また、実験靴B(サイズが大きく、甲部がフィットするように留めた状態)の足圧中心軌跡は、実験靴Aと比べるとやや伸びた直線的な線が見られるものの、正常歩行の傾向も認められた。一方、実験靴C(サイズが大きく、甲部をゆるく留めた状態)は歩行が乱れ、足圧中心軌跡が不規則であり、正常歩行の傾向は見られなかった。これらから、足長サイズが1cm大きく、甲部をゆるく留めた場合には、正常歩行は困難になることが明らかとなった。足長、足囲あるいは足幅ともにサイズが大きい場合に正常歩行がし難い理由は、靴の中で足が動き、踵が抜けやすくなるためと考える。

3) 床反力

ゲイトスキャンによる床反力の垂直成分を記録した。被験者cの平均的な床反力の一例を図8に示した。なお他の被験者も被験者cと同様な傾向を示していた。

歩行周期において垂直成分の床反力は2峰を示し、第1

峰の最大値は踵接地、第2峰の最大値は前足部の接地を示している。子供の歩行では第1峰の方が大きいといわれている⁷⁾が、本実験でもこれを確認することができた。実験靴A(履き慣れた靴)の第1峰の床反力の大きなものは約200Nに達しており、第2峰よりも大きかった。これは体重の1.3倍に相当する。そして第1峰と第2峰の間の谷は深いため、速足¹³⁾でスムーズに歩いているものと考えられる。実験靴B(サイズが大きく、甲部がフィットするように留めた状態)の場合は、実験靴Aに比べて第1峰の床反力が小さく、やや不安定である。実験靴C(サイズが大きく、甲部をゆるく留めた状態)では、第1峰の踵接地の床反力にスムーズな上昇が認められず、時間もかかっているため、歩行は不安定であると考えられる。

(2) VTR 撮影による動作分析

動作分析の測定項目を図9に、足と靴の踵部の距離を図10に示した。

靴のサイズによる足と靴の踵部の最大距離は、実験靴C(サイズが大きく、甲部をゆるく留めた状態)が実験靴A(履き慣れた靴)と実験靴B(サイズが大きく、甲部がフィットするように留めた状態)に比べて著しく大きくなっているが、個人差が大きいため有意差は認められなかった。実験靴Cの歩行中の動作を観察すると、被験者aは靴の内部で足が前方に移動することで、足と靴の踵部の距離が大きくなっていた。一方、被験者bは、踵がやや抜けているため、足と靴の踵部の距離は約5mmと少なかった。

踵接地から前足部の離地までの「靴底後端と床面の距離」を図11に示した。

「靴のサイズ」と「歩行時間」を因子とした二元配置の分散分析の結果、「靴のサイズ」と「歩行時間」とともに1%の危険率で有意であった。すなわち時間の経過に伴って、靴底後端と床面の距離が離れている。また靴のサイズによる影響も明らかであり、実験靴Aは短時間で踵は上がるが、実験靴Cは、実験靴Bに比べて、靴底後端と床面の距離が短かった。これは、靴が大きいために母趾の中足趾節(MTP)関節と靴の屈曲位置がずれて屈曲しにくいことや、踵が抜けることにより、しっかり踵を上げることができないためと考える。

これらの結果から、足長のサイズが1cm大きくても甲部をフィットするように留めることで、前足部でしっかりと蹴り出し、正常歩行ができるものと考えられる。

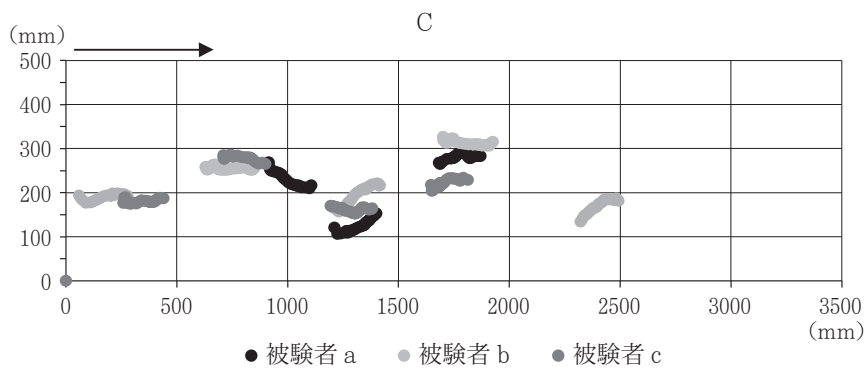
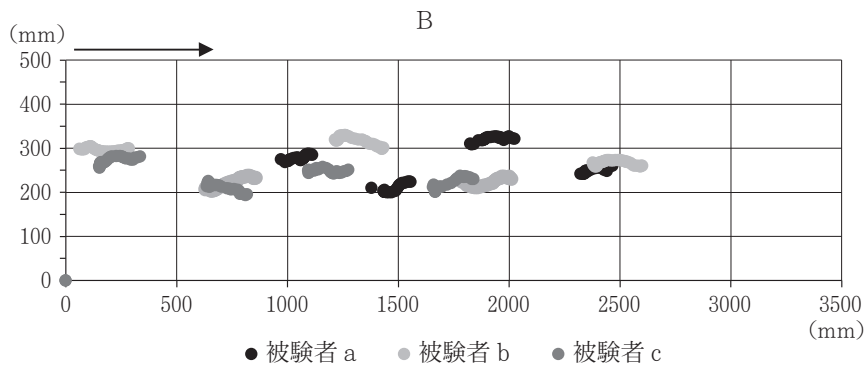
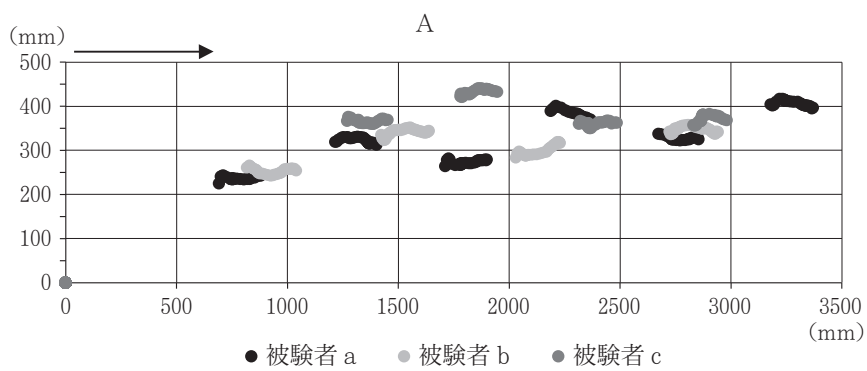
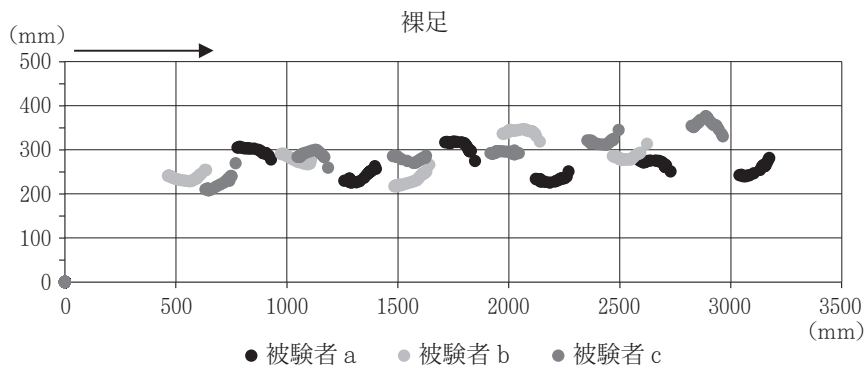
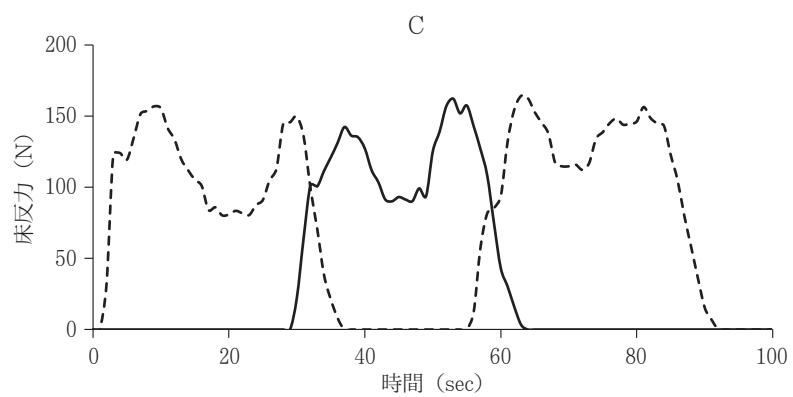
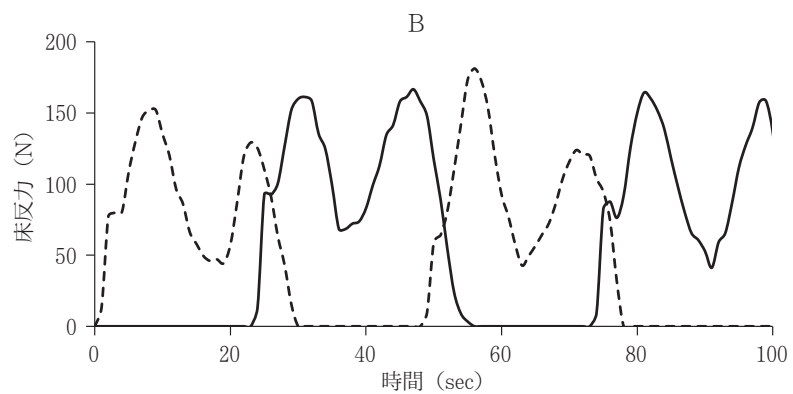
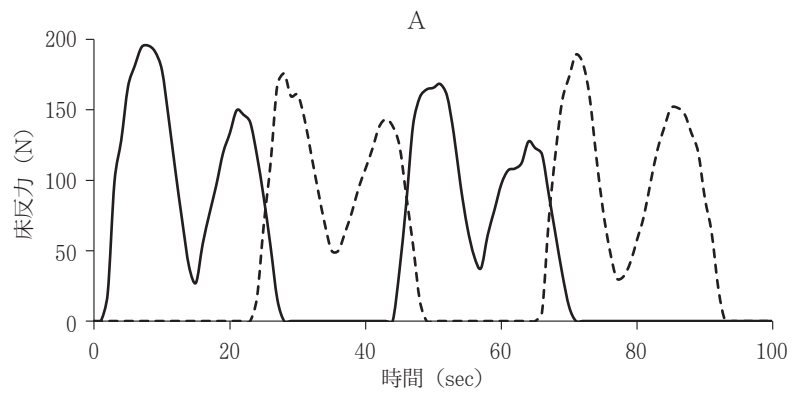
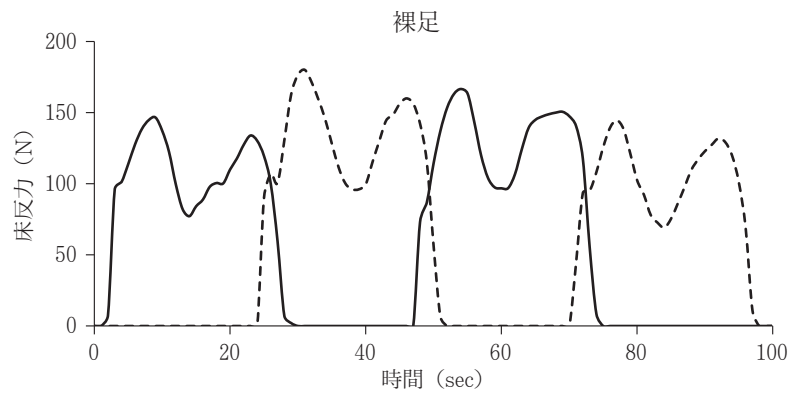


図7 靴のサイズによる歩行時の足圧中心軌跡



—— 左足床反力 - - - - 右足床反力

図8 靴のサイズによる床反力荷重パターン (被験者c)

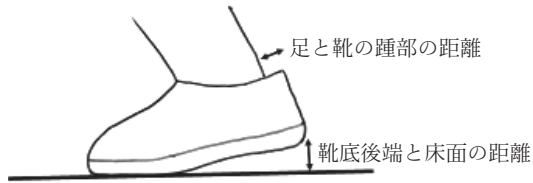


図9 動作分析の測定項目

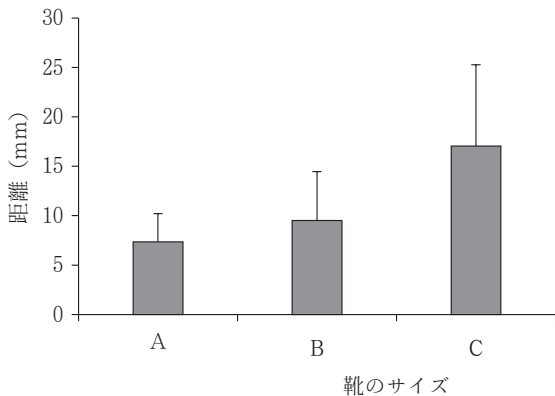


図10 足と靴の踵部の最大距離

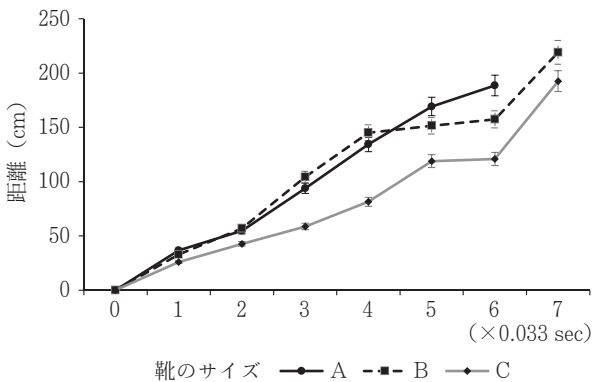


図11 靴のサイズによる靴底後端と床面の距離

(3) 官能評価

靴のサイズによる履き心地についての官能評価の結果を図12に示した。

実験靴C(サイズが大きく、甲部をゆるく留めた状態)の履き心地はとても良いと評価された。これは全ての被検者において同様の結果となった。

実験中には、実験靴Cのマジックテープを被験者自らさらにゆるめる行動も見られたことから、靴のサイズが大きく、甲部の留め方がゆるいほど、すなわち足に靴が当たらないほど、子供は履き心地が良いと感じるものと考えられる。

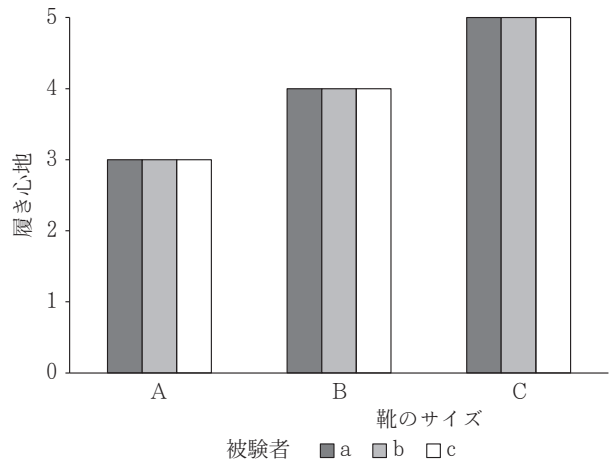


図12 靴のサイズによる履き心地

4. まとめ

子供靴のサイズによる歩容への影響を明らかにするために靴購入に関するアンケート調査、足部と靴の計測、サイズの異なる靴の着用実験を行った結果、次の事項が明らかとなった。

- 靴購入時には「計測」よりも「試し履き」の結果を重視していた。購入する足長のサイズは、ぴったりサイズは13%、0.5 cm 大きいのは62%、1.0 cm 大きいのは25%であった。
- 足長と靴のサイズの計測の結果、足長より靴のサイズが小さいのは10%、ぴったりサイズは12%、0.5 cm 以上大きいのは32%、1.0 cm 以上大きいのは28%、1.5 cm 以上大きいのは18%であり、保護者の意識よりも大きな靴を履いている子供が多かった。
- 靴購入時に試し履きをすると答えた人よりも計測をすると答えた人の方が、より適切なサイズ選びが出来る傾向が見られた。
- 着用実験の結果、足長が1.0 cm 大きいサイズでも甲部がフィットするようにマジックテープで留めると、概ね正常歩行ができていた。しかし、甲部をゆるく留めた場合は、歩隔が広く、両足接地時間が長く、歩行時の足圧中心軌跡は不規則であり、床反力や動作分析の結果からも不安定な歩行であった。
- 官能評価の結果、子供は足長のサイズが1 cm 大きく、甲部の留め方がゆるい靴を履き心地がとても良いと評価した。

以上の結果から、保護者が意識している以上に大きめの靴を選んでいるのは、サイズが大きく、ゆるい靴を好む子供の着用感を重視しているためと考える。

靴購入時には試し履きだけでなく、足の計測を行うことが重要である。そして靴着用時には、保護者が足長サイズと留め具のゆるみの状態を常に確認する必要がある。これらに留意することは、靴のサイズに起因する子供の足の疾患を減らすことに繋がると考える。

謝 辞

本研究にご協力いただいた保育園と学童の園長先生、保護者と園児・学童の皆様、着用実験にご協力いただいた被験者の皆様に心から感謝いたします。

本研究の一部は日本家政学会第 71 回大会において発表した。

文 献

- 1) 宇留野勝正, 子供の足と歩行と靴を考える, かわとはきもの, No 145, 9-15, (2008)
- 2) 土肥麻佐子, 高橋彬, 小池美枝子, 幼児靴設計のための足部形態特性, 人間工学, **30**, No. 2, 71-83 (1994)
- 3) 宇留野勝正, 幼児期のはきもの, 保健の科学, **30**, No. 9, 564-567 (1988)
- 4) Zac Armitage, Testing children's footwear, *World Footwear*, **32**, No. 3, 16-19 (2018)
- 5) 大村知子, 春日綾, 浮海理江, 幼児期の靴の摩耗と歩容について, 静岡大学教育学部研究報告 (自然科学篇), **48**, 83-99, (1988)
- 6) Stewart Morrison, Charlotte Growcott, Lisa Hodgson, Chris Nester, Anita Williams, Children's foot health online, *World Footwear*, **32**, No. 3, 20-22 (2018)
- 7) 猪又美栄子, 子どもの歩容の発達, 家政学雑誌, **37**, No. 11, 37-45 (1986)
- 8) 秋元麻樹, 大きめの靴が子どもの歩容に与える影響, ライフサポート, **27**, No. 1, p. 3 (2015)
- 9) 土肥麻佐子・小池美枝子, 幼児靴 (3歳~6歳) 購入時の消費者意識, 繊維製品消費科学会誌, **41**, No. 7, 39-48 (2000)
- 10) 大谷知子, 百靴事典, シューフィロ, p. 62 (2004)
- 11) 臨床歩行分析研究会監修, 畠中泰彦編集, 姿勢・動作・歩行分析, p. 40-41, 羊土社 (2015)
- 12) 近藤四郎, 足の形態と機能および歩き方について, 繊維製品消費科学, **36**, No. 9, 18-23 (1995)
- 13) 高浜逸郎, 藤田昌大, 佐伯博, 柴原秀樹, 正常人の歩行時における足裏反力の測定, 精密機械, **44**, No. 8, 63-70 (1978)

(つのだ ゆみこ 環境デザイン学科)

(たけうち もえほ 平成 30 年度環境デザイン学科卒業生)